

PROJECTION SCREEN

Publication Number: 2003-337381 (JP 2003337381 A), November 28, 2003

Inventors:

- KUBOTA SHIGEO
- OSAKO JUNICHI
- KAKINUMA MASAYASU
- SHIMODA KAZUTO

Applicants

- SONY CORP

Application Number: 2003-058008 (JP 200358008), March 05, 2003

Priority:

- 2002-070572 [JP 200270572], JP (Japan), March 14, 2002

International Class:

- G03B-021/60
- G02B-005/00
- G02B-005/02
- G02B-005/26
- G02B-005/28

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a projection screen capable of providing a clear and sharp image thereon without being affected by the brightness of a projection environment. **SOLUTION:** The projection screen displays an image by projecting the narrow-band primaries wavelength band light, and includes on a screen substrate 2 an optical thin film 3 having a high reflection characteristic to the narrow-band primaries wavelength band light and a high transmission characteristic to the visible wavelength band light other than the aforementioned wavelength band light. In the projection screen, the optical thin film 3 plays a role as a so-called band filter. That is, the optical thin film 3 functions as a narrow-band primaries wavelength band filter having the effect of particularly reflecting the narrow-band primaries wavelength band light and substantially transmitting the light of the other wavelength, thereby separating these two kinds of light. **COPYRIGHT:** (C) 2004,JPO

JAPIO

© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.
Dialog® File Number 347 Accession Number 7842865

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-337381
(P2003-337381A)

(43) 公開日 平成15年11月28日 (2003. 11. 28)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード* (参考) |
|---------------------------|------|---------------|-------------|
| G 0 3 B 21/60 | | G 0 3 B 21/60 | Z 2 H 0 2 1 |
| G 0 2 B 5/00 | | G 0 2 B 5/00 | B 2 H 0 4 2 |
| | 5/02 | 5/02 | B 2 H 0 4 8 |
| | 5/26 | 5/26 | |
| | 5/28 | 5/28 | |

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2003-58008(P2003-58008)
 (22) 出願日 平成15年3月5日 (2003. 3. 5)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-70572(P2002-70572)
 (32) 優先日 平成14年3月14日 (2002. 3. 14)
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002185
 ソニー株式会社
 東京都品川区北品川6丁目7番35号
 (72) 発明者 久保田 重夫
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
 ー株式会社内
 (72) 発明者 大迫 純一
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
 ー株式会社内
 (74) 代理人 100110434
 弁理士 佐藤 勝

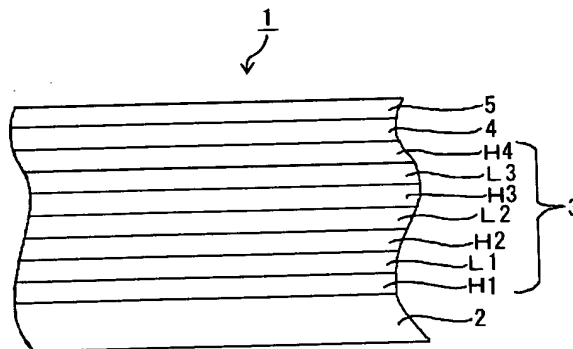
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投影用スクリーン

(57) 【要約】

【課題】 映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供する。

【解決手段】 本発明に係る投影用スクリーンは、狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、上記狭帯域三原色波長域光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜3を支持体2上に備えることを特徴とするものである。以上のように構成された本発明に係る投影用スクリーンにおいては、光学薄膜3はいわゆる帯域フィルターとしての役割を果たす。すなわち、上記光学薄膜3は、特に狭帯域三原色波長域光を反射させ、これ以外の波長の光はおおよそ透過させることにより、これらを分離する作用を持つ狭帯域三原色波長帯域フィルターとして機能する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、
上記狭帯域三原色波長域光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を備えることを特徴とする投影用スクリーン。

$$nd = \lambda (\alpha \pm 1/4) \quad (\alpha \text{ は自然数}) \quad \dots (1)$$

【請求項3】 上記誘電体多層膜の各層の光学的厚み nd が、 $1.462 \mu\text{m} \sim 1.467 \mu\text{m}$ の範囲とされることを特徴とする請求項2記載の投影用スクリーン。

【請求項4】 上記誘電体多層膜は、上記狭帯域三原色波長域光の入射側及びその反対側の最外層が高屈折率層とされることを特徴とする請求項2記載の投影用スクリーン。

【請求項5】 上記高屈折率層が、酸化セリウムからなり、上記低屈折率層が、弗化マグネシウムからなることを特徴とする請求項2記載の投影用スクリーン。

【請求項6】 上記高屈折率層が、酸化ジルコニウムからなり、上記低屈折率層が、弗化マグネシウムからなることを特徴とする請求項2記載の投影用スクリーン。

【請求項7】 上記高屈折率層が、硫化亜鉛からなり、上記低屈折率層が、弗化マグネシウムからなることを特徴とする請求項2記載の投影用スクリーン。

【請求項8】 上記高屈折率層が、酸化チタニウムからなり、上記低屈折率層が、弗化マグネシウムからなることを特徴とする請求項2記載の投影用スクリーン。

【請求項9】 上記光学薄膜の透過光を吸収する光吸収層を備えることを特徴とする請求項1記載の投影用スクリーン。

【請求項10】 上記光吸収層が、黒色塗料を含有してなることを特徴とする請求項9記載の投影用スクリーン。

【請求項11】 上記光吸収層が、黒色塗料を含有して形成された支持体であることを特徴とする請求項10記載の投影用スクリーン。

【請求項12】 上記狭帯域三原色波長域光が、レーザー光であることを特徴とする請求項1記載の投影用スク

$$nd = \lambda p (\alpha \pm 1/4) \quad (\alpha \text{ は自然数}) \quad \dots (2)$$

【請求項20】 上記誘電体多層膜の各層の光学的厚み nd が、 $1.462 \mu\text{m} \sim 1.467 \mu\text{m}$ の範囲とされることを特徴とする請求項19記載の投影用スクリーン。

【請求項21】 上記誘電体多層膜は、上記波長域を有する光の入射側及びその反対側の最外層が高屈折率層とされることを特徴とする請求項19記載の投影用スクリーン。

【請求項22】 上記高屈折率層が、酸化セリウム、酸化ジルコニウム、硫化亜鉛、酸化チタニウム又はこれらの組み合わせの何れかからなり、上記低屈折率層が、弗

【請求項2】 上記光学薄膜が、高屈折率層と低屈折率層とを交互に重ねた誘電体多層膜からなり、且つ該誘電体多層膜の各層の屈折率を n 、各層の膜厚を d としたとき、該誘電体多層膜の各層の光学的厚み nd が上記狭帯域三原色波長域光の各波長 λ に対して下記の式(1)の条件を満たすことを特徴とする請求項1記載の投影用スクリーン。

【請求項13】 上記狭帯域三原色波長域光が、波長 457 nm の青色レーザー光、波長 532 nm の緑色レーザー光、及び波長 642 nm の赤色レーザー光であることを特徴とする請求項12記載の投影用スクリーン。

【請求項14】 上記光学薄膜の最外層上に、または光学薄膜の中間層として光拡散層を備えてなることを特徴とする請求項1記載の投影用スクリーン。

【請求項15】 上記光拡散層が、上記狭帯域三原色波長域光に対して高散乱特性を有することを特徴とする請求項14記載の投影用スクリーン。

【請求項16】 上記光拡散層が複数層設けられてなることを特徴とする請求項14記載の投影用スクリーン。

【請求項17】 上記光拡散層が、銀粒子、銅粒子、金粒子またはニッケル粒子のいずれかを含有してなることを特徴とする請求項14記載の投影用スクリーン。

【請求項18】 所要の波長域を有する光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、

上記所要の波長域を有する光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域を有する光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を備えることを特徴とする投影用スクリーン。

【請求項19】 上記光学薄膜が、高屈折率層と低屈折率層とを交互に重ねた誘電体多層膜からなり、且つ該誘電体多層膜の各層の屈折率を n 、各層の膜厚を d としたとき、該誘電体多層膜の各層の光学的厚み nd が上記波長域を有する光の主たる波長 λp に対して下記の式

(2)の条件を満たすことを特徴とする請求項18記載の投影用スクリーン。

化マグネシウムからなることを特徴とする請求項19記載の投影用スクリーン。

【請求項23】 上記光学薄膜の透過光を吸収する光吸収層を備えることを特徴とする請求項18記載の投影用スクリーン。

【請求項24】 上記光吸収層が、黒色塗料を含有してなることを特徴とする請求項23記載の投影用スクリーン。

【請求項25】 上記光吸収層が、黒色塗料を含有して形成された支持体であることを特徴とする請求項24記載の投影用スクリーン。

【請求項26】 上記波長域を有する光が、それぞれ発光ダイオードが発生させた光であることを特徴とする請求項18記載の投影用スクリーン。

【請求項27】 上記光学薄膜の最外層上に、または光学薄膜の中間層として単数若しくは複数の光拡散層を備えてなることを特徴とする請求項18記載の投影用スクリーン。

【請求項28】 上記光拡散層が、銀粒子、銅粒子、金粒子またはニッケル粒子のいずれかを含有してなることを特徴とする請求項27記載の投影用スクリーン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、投影用スクリーンに関するものであり、特に、明光下でもプロジェクター光による投影画像が良好に認識できる投影用スクリーンに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、会議等において発言者が資料を提示する方法としてオーバーヘッドプロジェクターやスライドプロジェクターが広く用いられている。また、一般家庭においても液晶を用いたビデオプロジェクターや動画フィルムプロジェクターが普及しつつある。これらプロジェクターの映写方法は光源から出力された光を、例えば透過形の液晶パネル等によって光変調して画像光を形成し、この画像光をレンズ等の光学系を通して出射してスクリーン上に映写するものである。

【0003】例えばスクリーン上にカラー画像を形成することができるフロント・プロジェクターは、光源から出射された光線を赤（R）、緑（G）、青（B）の各色の光線に分離して所定の光路に収束させる照明光学系と、この照明光学系によって分離されたRGB各色の光束をそれぞれ光変調する液晶パネル（ライトバルブ）と、液晶パネルにより光変調されたRGB各色の光束を合成する光合成部とを備え、光合成部により合成したカラー画像を投射レンズによりスクリーンに拡大投影するようにしている。

【0004】また、最近では、光源として狭帯域三原色光源を使用し、液晶パネルの代わりにグレーティング・ライト・バルブ（GLV：Grating Light Valve）を用いてRGB各色の光束を空間変調するタイプのプロジェクター装置も開発されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したようなプロジェクターにおいては、投影像を得るために投影用スクリーンが用いられるが、この投影用スクリーンには大別して、スクリーンの裏面から投影光を照射してスクリーンの表面から見る透過型のものと、スクリーンの表側から投影光を照射して当該投影光のスクリーンでの反射光を見る反射型のものがある。いずれの方式にしても、視認性の良好なスクリーンを実現するために

は、明るい画像、コントラストの高い画像が得られることが必要である。しかしながら、上述したようなフロント・プロジェクターは、自発光型ディスプレイやリアプロジェクターとは異なり、例えばNDフィルターを用いて外光の映り込みを低減することができず、スクリーン上の明所コントラストを高くすることが困難であるという問題がある。

【0006】すなわち、上述したようなプロジェクターの映写方法においては、画像処理された投影光をスクリーンで反射させるため、画像のコントラストは周囲の明るさに大きく左右され、単にスクリーンの反射率を上げても、投影光のみならず外光の反射率も上がるため、画像の認識率が低くなる。したがって、映写環境が明るい場合には明瞭な画像を得ることは難しい。

【0007】そこで、本発明は上述した従来の実情に鑑みて創案されたものであり、本発明の目的は映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成する本発明に係る投影用スクリーンは、狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、狭帯域三原色波長域光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を支持体上に備えることを特徴とするものである。

【0009】以上のように構成された本発明に係る投影用スクリーンにおいては、光学薄膜はいわゆる帯域フィルターとしての役割を果たす。すなわち、上記光学薄膜は、特に狭帯域三原色波長域光を反射させ、これ以外の波長の光はおおよそ透過させることにより、これらを分離する作用を持つ狭帯域三原色波長帯域フィルターとして機能する。

【0010】この光学薄膜の作用によりこの投影用スクリーンでは、狭帯域三原色波長域光はその大部分が反射される。これに対して、例えば外光が入射した場合には、その大部分が投影用スクリーンを透過し、ほとんど反射することがない。

【0011】したがって、本発明に係る投影用スクリーンにおいては、狭帯域三原色波長光を選択的に反射することができ、通常のスクリーンに比べて相対的に外光の反射を抑えることができる。その結果、投影用スクリーン上に形成される画像のコントラストの低下が抑制されるとともに外光の映り込みが効果的に低減され、明るい画像を得ることができる。したがって、この投影用スクリーンでは、映写環境が明るい場合においても明瞭な画像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を得ることができる。

【0012】上記のような機能を得るためには、光学薄膜の設計が重要である。例えば、光学薄膜として、高屈

折率層と低屈折率層とを交互に重ねた誘電体多層膜を用い、各層の屈折率を n 、各層の膜厚を d としたときに、その光学的厚み nd が上記狭帯域三原色光源からの各出力光の波長 λ に対して下記の式(3)なる条件を満たす

$$nd = \lambda (\alpha \pm 1/4) \quad (\alpha \text{ は自然数}) \quad \dots (3)$$

【0014】ここで、光学薄膜が三原色波長の全てに対して上記式(3)の条件を満たすように設計されている場合、光学薄膜には、狭帯域三原色波長域光に対する反射帯が形成される。その結果、狭帯域三原色波長域光に対しては高反射特性を発揮する。一方、この波長以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有することになる。

【0015】例えば、狭帯域三原色波長域光として、波長457nmの青色レーザー光、波長532nmの緑色レーザー光、及び波長642nmの赤色レーザー光の組み合わせを用いた場合、これら三原色波長に対して上記式(3)なる条件を満たすような設計が可能であり、上記帯域フィルターとして機能する光学薄膜が実現される。

【0016】本発明にかかる投影用スクリーンは、上記帯域フィルターとして機能する光学薄膜に加えて、光学薄膜の最外層上に、または光学薄膜の中間層として光拡散層を備えるようにすることも有効である。光拡散層は、光学薄膜で反射された光を散乱して散乱光を得るものである。光拡散層が無い場合、観察者は、投影用スクリーンからの反射光として、反射スペキュラー成分のみを見ることになる。反射スペキュラー成分のみでは、視野が限られる等、観察者にとって不利である。これに対し、光拡散層を配すれば、観察者は拡散光を観察することになり視野特性が大幅に改善され、自然な画像を視認することが可能になる。

【0017】また、本発明の他の投影用スクリーンは、所要の波長域を有する光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、上記所要の波長域を有する光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域を有する光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を備えることを特徴とする。

【0018】投影用スクリーンに、画像を投影するための光源としては、前述の如き、狭帯域三原色波長域光を用いることもできるが、比較的発光波長に広がりのある例えば発光ダイオードの如き発光素子を光源に使用することも可能である。また、帯域に広がりがあるような光源をフィルター、非線形光学素子又は非線形光学薄膜などを組み合わせることで、その波長を三原色のように可視領域内で分けたものであっても良い。上記所要の波長域を有する光としては、発光ダイオードのようにピークを有しながらも比較的帯域が広い発光を組み合わせた三原色波長域光であっても良く、更には単色、2色、或いは4色以上の光を組み合わせたものでも良い。このような構造であっても、光学薄膜は所要の波長域を

ように設計することで、上述した効果を得ることができる。

【0013】

有する光をその主たる波長域を中心に有効に反射を行ない、主たる波長を外れた波長を有する光は概ね透過させる傾向を有する。この光学薄膜の作用によりこの投影用スクリーンでは、所要の波長域光はその主たる波長部分が良好に反射される。これに対して、例えば外光が入射した場合には、その大部分が投影用スクリーンを透過し、ほとんど反射することがないことになる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面を参照しながら説明する。なお、本発明は、以下の記述に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

【0020】本発明に係る投影用スクリーンは、狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、狭帯域三原色波長域光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を支持体上に備えることを特徴とするものである。

【0021】図1に本発明を適用して構成した投影用スクリーンであるフロント・プロジェクター用スクリーンの断面図を示す。プロジェクター用スクリーン1は、グレーティング・ライト・バルブ(GLV: Grating Light Valve、以下GLVと呼ぶ。)を用いた回折格子型プロジェクターの画像を表示するプロジェクター用スクリーンであり、回折格子型プロジェクターの光源である狭帯域三原色光源からの出力光である狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する。プロジェクター用スクリーン1は、スクリーン基板2上に帯域フィルターとして機能する誘電体多層膜である光学薄膜3を備えてなるものであり、当該光学薄膜3上には、光拡散層4が設けられ、さらにその上には保護膜5が形成されている。

【0022】ここで、狭帯域三原色光源とは、発光ダイオード(LED: Light Emitting Diode)のように波長の広がりがある数十nmもある様な光源ではなく、波長の広がりがある数nm程度である光源を意味し、主としてレーザー光源を意味する。狭帯域三原色光源からの出力光は、波長の広がりがないため、狭帯域三原色光源を用いることにより、他の種類の光源と比較して鮮明な画像を形成することができる。

【0023】スクリーン基板2は、プロジェクター用スクリーン1の支持体となるものであり、例えばポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリエーテルサルフォン(PES)、ポリオレフィン(PO)等のポリマーにより構成することができる。また、スクリーン基板2は、黒色塗料等を

含有させることにより黒色に形成されている。このようにスクリーン基板2の色を黒色とすることにより、スクリーン基板自体が光吸収層として機能し、後述するように光学薄膜3を透過した光をスクリーン基板2が吸収するために光学薄膜3を透過した光の反射を防ぐことができる。これにより、後述するように確実に狭帯域三原色波長域光を反射光として得ることが可能となり、黒レベルを高め、コントラストを向上させることが可能となる。また、スクリーン基板2を用いる代わりに、スクリーン基板2の表側に黒色塗装を施した構成としても良く、この場合は、黒色塗装が光吸収層として機能し、光学薄膜3を透過した光を反射させずに吸収して黒レベル

$$nd = \lambda (\alpha \pm 1/4) \quad (\alpha \text{は自然数}) \quad \dots (4)$$

【0026】すなわち、光学薄膜3は、高屈折率層Hと低屈折率層Lの交互層で構成され、各層の光学的厚み nd を所定の値に一致させてなるものである。ここで、光学的厚み nd は、 $1.462\mu\text{m} \sim 1.467\mu\text{m}$ の範囲とされることが好ましい。そして、光学薄膜3は、このような条件を満たす波長位置に、狭帯域三原色光源からの出力光である狭帯域三原色波長光に対する高反射特性を有する反射帯が形成される。この反射帯が形成されることにより、この光学薄膜3では、狭帯域三原色光源からの出力光である狭帯域三原色波長光が透過することなく反射される。また、光学薄膜3は、この反射帯以外の波長帯域の光に対しては高透過特性を有する。すなわち、光学薄膜3は、狭帯域三原色波長光を選択的に反射し、これ以外の波長帯域の光をおよそ透過させる狭帯域三原色波長帯域フィルタとしての機能を有する。

【0027】したがって、プロジェクター用スクリーン1は、このような光学薄膜3を備えることにより、狭帯域三原色光源から出力光である狭帯域三原色波長光は選択的に反射するが、これ以外の波長帯域の光をおよそ透過させることができる。そして、光学薄膜3を透過した光は、上述したように光吸収層として機能するスクリーン基板2により反射されることなく吸収されるため、反射帯で反射された狭帯域三原色波長光を反射光として取り出すことが可能である。

【0028】これにより、このプロジェクター用スクリーン1では、仮にプロジェクター用スクリーン1に外光が入射しても、狭帯域三原色波長光以外の光はおよそ透過させることによりカットするため、外光に起因したコントラストの低下や外光の映り込み等の不具合を防止することが可能である。

【0029】すなわち、このプロジェクター用スクリーン1においては、狭帯域三原色波長光を選択的に反射することができ、通常のスクリーンに比べて相対的に外光の反射を抑えることができるため、プロジェクター用スクリーン1上に形成される画像のコントラストの低下を抑制することができるとともに外光の映り込みを効果的に低減することができ、明るい画像を得ることができ

を高め、コントラストを向上させることができる。

【0024】光学薄膜3は、高屈折率材料により形成された誘電体薄膜である高屈折率層Hと、低屈折率材料により形成された誘電体薄膜である低屈折率層Lとを交互に重ねてなるものであり、誘電体多層膜の各層、すなわち高屈折率層H及び低屈折率層Lの各層の屈折率を n 、各層の膜厚を d としたとき、各誘電体薄膜の光学的厚み nd が狭帯域三原色光源からの出力光である狭帯域三原色波長域光の各波長 λ に対して下記の式(4)の条件を満たすように構成されている。

【0025】

る。したがって、このプロジェクター用スクリーン1では、映写環境が明るい場合においても明瞭な画像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を得ることが可能である。

【0030】また、以上説明してきたことから、プロジェクターの狭帯域三原色光源からの出力光の波長特性を急俊にするほど上述した光学薄膜3の作用との相乗効果により、スクリーン上での反射光を、ほぼプロジェクターからの出力光にすることができるので本発明の効果が増す。そして、このような狭帯域三原色光源としては、例えばレーザー光のように波長の広がり数が nm 程度である光源が好適である。

【0031】また、前述のように誘電体多層膜の各層の光学的厚み nd が上記の式(4)の条件を満たす場合に狭帯域三原色波長域光に対する高反射特性を有する反射帯が形成されるが、任意の三原色波長に対して光学的厚み nd が上記式(4)の条件を満たす3個の自然数 α の組み合わせがあるとは限らない。このような条件を満たす組み合わせとしては、例えば波長 457nm の青色レーザー光、波長 532nm の緑色レーザー光、波長 642nm の赤色レーザー光の組み合わせがある。これらの波長は、GLVを用いた回折格子型プロジェクター11で用いている光源波長である、この組み合わせでは、光学的厚み nd を略 $1.467\mu\text{m}$ としたときに、光学的厚み nd は青色レーザー光の波長の略 3.25 倍、緑色レーザー光の波長の略 2.75 倍、赤色レーザー光の波長の略 2.25 倍となっており、近似的に上記の式

(4)の条件を満たす。このように、本発明においては、上記の式(4)の条件を厳密に満たすことは必要とされず、近似的に満たすことにより上述した効果を得ることが可能である。

【0032】なお、図1においてH1、H2、H3、H4は、それぞれ高屈折率層であり、L1、L2、L3はそれぞれ低屈折率層である。

【0033】このプロジェクター用スクリーン1では、選択的な反射スペクトルを実現するために、上述したように光学薄膜3を高屈折率層Hと低屈折率層Lとの交互

層とするが、その層数は特に限定されるものではなく、所望の層数とすることができ。層数を変えることにより反射帯の幅等を調整することが可能である。また、誘電体多層膜は、狭帯域三原色波長域光入射側及びその反対側の最外層が高屈折率層とされる奇数層により構成されることが好ましい。誘電体多層膜、すなわち光学薄膜3を奇数層の誘電体薄膜により構成することにより、誘電体多層膜を偶数層の誘電体薄膜により構成した場合と比して狭帯域三原色波長域フィルターとして機能が優れたものとなる。

【0034】そして、具体的な層数としては、高屈折率層Hと低屈折率層Lとの合計が7層～11層とされることが好ましい。層数が少なすぎる場合には、狭帯域三原色波長域フィルターとしての機能が十分に発揮されない虞があり、また、層数が多すぎる場合には、光学薄膜3の作製に時間を要する。したがって、高屈折率層Hと低屈折率層Lとの合計層数を7層～11層として光学薄膜3を構成することにより、狭帯域三原色波長域フィルターとして十分に機能する光学薄膜3を効率よく構成することができる。

【0035】この光学薄膜3では、特定波長帯域における反射率は、積層する層数を増やすことで高められ、また、同じ層数を積層する場合には、高屈折率層Hと低屈折率層Lとの屈折率の差が大きいほど高められる。このことから、光学薄膜3を構成する高屈折率層Hの屈折率は、なるべく高い方が好ましく、具体的には2.1以上、2.7以下であることが好ましい。これは、高屈折率層Hの屈折率が2.1よりも小さい場合には、所定の選択反射スペクトルを実現するために膨大な層数が必要となるためであり、また、屈折率が2.7より大きい光学薄膜材料は数多く存在せず、高屈折率層Hの材料組み合わせの選択の余地が狭いからである。このような屈折率を有する高屈折率層Hは、例えば硫化亜鉛(ZnS)、酸化チタニウム(TiO₂)、酸化セリウム(CeO₂)、酸化ジルコニウム(ZrO₂)などの高屈折率材料により構成することができる。

【0036】また、光学薄膜3を構成する低屈折率層Lの屈折率は、なるべく低い、具体的には1.3以上、1.5以下であることが好ましい。これは、低屈折率材料についても上述した高屈折率材料と同様の考えが成り立ち、低屈折率層Lの屈折率が1.5よりも大きい場合には、所定の選択反射スペクトルを実現するために多くの層数が必要となるためであり、また、屈折率が1.3より小さい光学薄膜材料は数多く存在せず、低屈折率層Lの材料組み合わせの選択の余地が狭いからである。このような屈折率を有する低屈折率層Lは、例えば弗化マグネシウム(MgF₂)などの低屈折率材料により構成することができる。

【0037】また、このプロジェクター用スクリーン1は、図1に示すように光学薄膜3上に光拡散層4を備え

る。プロジェクター用スクリーン1は、光学薄膜3を備えることにより狭帯域三原色波長域の光を反射するため、観察者は、このプロジェクター用スクリーン1に映写された画像の反射画像を観視することになり、すなわち、プロジェクター用スクリーン1に映写された画像の反射光のみを見ることになる。しかし、スクリーンでの反射光が反射スペキュラー成分のみである場合には、視野が限られる等、観察者にとって不利である。

【0038】そこで、プロジェクター用スクリーン1に光拡散層4を備えることにより、プロジェクター用スクリーンからの散乱反射光を観視できるように構成されている。光拡散層4は、所定の波長帯域の光、すなわち狭帯域三原色波長光を選択的に拡散するように構成されている。すなわち、光拡散層4は、狭帯域三原色波長域光に対して光散乱特性を有する。図1に示すように、光学薄膜3上に光拡散層4を設けた構成とすることにより、光拡散層4を通過し、光学薄膜3で反射した光が再び光拡散層4を通過する。このとき、光学薄膜3で反射した光は光拡散層4を通過する際に拡散されるため、反射スペキュラー成分以外の散乱反射光を得ることができる。そして、プロジェクター用スクリーン1からの反射光としては、反射スペキュラー成分と散乱反射光とが存在することになるため、観察者は反射スペキュラー成分以外にも散乱反射光を観察することが可能となり、視野特性が大幅に改善される。その結果、観察者は自然な画像を視認することが可能になる。

【0039】また、散乱反射光は、光学薄膜3で反射された光が拡散されたものである。そして、光学薄膜3では所定の波長域の光、すなわち狭帯域三原色波長光が反射されるため、散乱反射光もほぼ狭帯域三原色波長光となる。したがって、プロジェクター用スクリーン1に外光が入射した場合においても、狭帯域三原色波長光以外の光は散乱反射光とならないため、光拡散層4の作用に起因してコントラストの低下や外光の映り込みが発生することが無く、良好な視野特性を得ることが可能となる。

【0040】例えば、散乱係数Sの光拡散層を最上層として、その下に反射率Rの多層薄膜構造の光学薄膜が設けられているスクリーン構造を考えた場合、スクリーンへの入射光強度を1とすると、このスクリーンからの散乱光強度Isは、下記の式(5)で表される。

$$Is = 1 \cdot S + (1 - S)RS \cdots (5)$$

【0042】一方、反射スペキュラー成分Irは、下記の式(6)のようになる。

$$Ir = (1 - S)R(1 - S) \cdots (6)$$

【0044】理解の容易のために理想の場合として、R=1の場合と、R=0の場合とを考えると、以下のようになる。

【0045】まず、 $R=1$ の場合は、下記の式(7)～

$$I_s = 1 \cdot S + (1-S)S = S(2-S) \quad \dots (7)$$

$$I_r = (1-S)^2 \quad \dots (8)$$

$$I_s / I_r = S(2-S) / (1-S)^2 \quad \dots (9)$$

【0046】また、 $R=0$ の場合は、下記の式(10)、(11)のようになる。

$$I_s = 1 \cdot S \quad \dots (10)$$

$$I_r = 0 \quad \dots (11)$$

【0047】これらを図示すると、図2のようになる。

図2より、散乱係数 S の値が0から1へ増加する場合、反射率 $R=1$ における散乱光強度 I_s ($R=1$)の値は、 S の値が小さいときには反射率 $R=0$ における散乱光強度 I_s ($R=0$)の値の略2倍となるが、 S の値が1に近づくにしたがって反射率 $R=1$ における散乱光強度 I_s ($R=1$)と反射率 $R=0$ における散乱光強度 I_s ($R=0$)との差は無くなることが判る。

【0048】例えば、散乱係数 S に分光特性があり、反射率 $R=1$ の波長帯において散乱係数も大きく、また、反射率 $R=0$ の波長帯において散乱係数が小さくなるような光拡散層が実現できれば、分光散乱特性が平坦な場合、散乱光強度の比が上述したように2程度であるものが、より大きくすることが可能である。

【0049】このような分光散乱特性を有する光拡散層は、例えば、金属微粒子を用いることにより構成することができる。例えば、金属微粒子を所定の媒質中に分散させて光拡散層を構成することができる。このように金属微粒子を分散させることにより構成した光拡散層は、使用する金属微粒子の種類、大きさ、金属微粒子を分散させる媒質の屈折率等の諸条件により、ある特定範囲の波長の光に対して優れた光散乱特性を有する。すなわち、このような光拡散層を備えることにより、ある特定範囲の波長の光に対して優れた光散乱特性を有するプロジェクター用スクリーンを実現することができる。

【0050】このような光拡散層を構成可能な金属微粒子としては、銀微粒子を例示することができる。例えば、半径25nm程度の球状銀微粒子を屈折率が1.49程度の媒質に分散させて構成した光拡散層は、青色波長の光に対して優れた光散乱特性を有する。すなわち、銀微粒子を用いて構成した光拡散層を備えることにより青色波長の光に対して優れた光散乱特性を有するプロジェクター用スクリーンを実現することができる。

【0051】このような銀微粒子を用いて構成した光拡散層4を例えば光学薄膜3上に設けてプロジェクター用スクリーン1を構成した場合、当該光拡散層4を通過した光のうち狭帯域三原色波長光は光学薄膜3で反射されて再び光拡散層4に戻される。そして、光拡散層4に戻された狭帯域三原色波長光のうち、青色波長の光は光拡散層4を通過する際にさらに散乱され散乱反射光が形成される。すなわち、青色波長の光については、反射スペキュラー成分と散乱反射光とが存在することとなる

(9)のようになる。

ため、視野特性が大幅に改善され、視認性に優れたプロジェクター用スクリーンを実現することが可能となる。

【0052】また、上述したように視野特性を顕著に向上させるのではなく、このような光拡散層を用いることにより補助的に特定波長の視野特性を高めることも可能である。例えば、半径40nm程度の一つの球状銀微粒子を屈折率が1.6程度の媒質に分散させた場合、緑色波長域の光に対して優れた光散乱特性を有する。しかしながら、この球状銀微粒子を複数個、同様の媒質に分散させた場合には、緑色波長域において緩やかなピークを有する光散乱特性を有する。

【0053】そこで、このような球状銀微粒子を複数個、同様の媒質に分散させて構成した光拡散層を設けることにより、緑色波長域の視野特性を、大幅に向上させるのではなく、補助的に向上させることができる。このような光拡散層は、他の波長域とのバランスを整えるなどの微調整を図る場合に好適である。

【0054】なお、このように金属微粒子を媒質中に分散させて構成した光拡散層においては、金属微粒子の分散数密度や光拡散層の厚みよりも、単位面積あたりの金属微粒子の金属微粒子の重量の方が光拡散層の光散乱特性に及ぼす影響が大きいと、この点を考慮して金属微粒子の分散量を設定すると良い。

【0055】また、このような光拡散層を構成可能な金属微粒子としては、例えば銅微粒子を用いることができる。銅微粒子は赤色波長域の光に対して優れた光散乱特性を有するため、銅微粒子を用いることにより赤色波長の光に対して優れた光散乱特性を有する光拡散層を構成することができる。すなわち、銅微粒子を用いて構成した光拡散層を備えることにより赤色波長域の光に対して優れた光散乱特性を有するプロジェクター用スクリーンを実現することができる。

【0056】このような銅微粒子を用いて構成した光拡散層4を例えば光学薄膜3上に設けてプロジェクター用スクリーン1を構成した場合、当該光拡散層4を通過した光のうち狭帯域三原色波長光は光学薄膜3で反射されて再び光拡散層4に戻される。そして、光拡散層4に戻された狭帯域三原色波長光のうち、赤色波長の光は光拡散層4を通過する際にさらに散乱され散乱反射光が形成される。すなわち、赤色波長域の光については、反射スペキュラー成分と散乱反射光とが存在することとなるため、視野特性が高いものとされ、視認性に優れたプロジェクター用スクリーンを実現することが可能となる。

【0057】また、上述した金属微粒子としては、金微粒子を用いることもできる。金微粒子を用いて構成した光拡散層は、緑色波長域の光に対して光散乱特性を有す

る。すなわち、金微粒子を用いて構成した光拡散層を備えることにより緑色波長域の光に対して光散乱特性を有するプロジェクター用スクリーンを実現することができる。

【0058】このような金微粒子を用いて構成した光拡散層4を例えば光学薄膜3上に設けてプロジェクター用スクリーン1を構成した場合、当該光拡散層4を通過した光のうち狭帯域三原色波長光は光学薄膜3で反射されて再び光拡散層4に戻される。そして、光拡散層4に戻された狭帯域三原色波長光のうち、緑色波長域の光は光拡散層4を通過する際にさらに散乱され散乱反射光が形成される。すなわち、緑色波長域の光については、反射スペキュラー成分と散乱反射光とが存在することとなるため、視野特性が大幅に改善され、視認性に優れたプロジェクター用スクリーンを実現することが可能となる。

【0059】また、上述した金属微粒子としては、ニッケル微粒子を用いることもできる。一個のニッケル微粒子を屈折率が1.6程度の媒質に分散させた場合、主として緑色波長域の光に対して光散乱特性を有する。しかしながら、この球状ニッケル微粒子を複数個、同様の媒質に分散させた場合には、ブロードな光散乱特性を有する。

【0060】そこで、このような球状ニッケル微粒子を複数個、同様の媒質に分散させて構成した光拡散層を設けることにより、青色波長域、緑色波長域及び赤色波長域の光のうち特定の波長域の視野特性を大幅に向上させるのではなく、青色波長域、緑色波長域及び赤色波長域の全ての波長域の視野特性を全体的に向上させることができる。これにより、画像全体のコントラストや明るさの微調整を図ることができる。すなわち、ニッケル微粒子を用いて構成した光拡散層を備えることにより画像全体のコントラストや明るさの良好なプロジェクター用スクリーンを実現することができる。

【0061】上述した光拡散層4は、プロジェクター用スクリーンの使用目的等により一層のみを設けても良く、また、複数の光拡散層4を設けても良い。そして、光拡散層4は光学薄膜3上、すなわち誘電体多層膜の最上層に設けても良く、また、誘電体多層膜の中間層として設けても良い。この場合においても、上記と同様の効果を得ることができる。

【0062】また、このような光拡散層4は、上述したように媒質中に分散させた光学薄膜3と別個の層として構成する必要はなく、例えば低屈折率層中に所定の金属微粒子を分散させることにより低屈折率層が光拡散層としての機能を兼ね備えた構成としても良い。このような構成とすることにより、プロジェクター用スクリーンの構成を簡略化することができるため、プロジェクター用スクリーンの薄厚化を図ることができる。

【0063】保護膜5は、光学的、すなわち帯域フィルタとしての機能はなく、拡散層4や光学薄膜3を外

から保護するためのものである。例えば、硫化亜鉛(ZnS)により高屈折率層を構成した場合、硫化亜鉛は水分に弱く、プロジェクター用スクリーンが湿度の高い環境で使用された場合や、水がかかってしまった場合、光学薄膜3が劣化してしまう虞があり、耐久性や品質が低下してしまう虞がある。また、外的要因により擦り傷や引っ掻き傷等が生じた場合にも、耐久性や品質が低下してしまう虞がある。そこで、保護膜5を形成することにより、拡散層4や光学薄膜3を保護し、耐久性や品質に優れたプロジェクター用スクリーンを実現できる。

【0064】また、回折格子型プロジェクターとしては、以下のようなGLVを用いて構成した回折格子型プロジェクター11を用いることができる。

【0065】回折格子型プロジェクター装置11は、図3に示すように、それぞれ赤色光、緑色光、及び青色光を出射する光源として、第1のレーザー発振器21r、第2のレーザー発振器21g、及び第3のレーザー発振器21bを備えている。なお、以下の説明においては、第1乃至第3のレーザー発振器21r、21g、21bを総称して、単にレーザー発振器21と称する場合がある。これらレーザー発振器21は、各色の光を出射する半導体レーザー素子や固体レーザー素子によって構成することができる。そして、第1乃至第3のレーザー発振器21r、21g、21bから出射されるレーザー光は、それぞれ、波長642nmの赤色レーザー光、波長532nmの緑色レーザー光、及び波長457nmの青色レーザー光である狭帯域三原色波長域光とされている。

【0066】また、回折格子型プロジェクター装置11では、各レーザー発振器21によって出射された光の光路上に、それぞれ、赤色用コリメータレンズ22r、緑色用コリメータレンズ22g、及び青色用コリメータレンズ22bを備えている。なお、これらのコリメータレンズを総称して単にコリメータレンズ22と称する。そして、このコリメータレンズ22によって、各レーザー発振器21から出射された光が平行光とされ、シリンドリカルレンズ23に入射される。シリンドリカルレンズ23に入射された光は、このシリンドリカルレンズによってGLV24に集光される。

【0067】すなわち、回折格子型プロジェクター装置11においては、単一の光源からの光を利用しているのではなく、各レーザー発振器21によって3色の光をそれぞれ独立して出射する光源を備えている。また、回折格子型プロジェクター装置11においては、各レーザー発振器21によって出射された光が、コリメータレンズ22を介して直接シリンドリカルレンズ23に入射されるよう構成されている。

【0068】ここで、GLV24について説明する。まず、GLVの原理について説明する。GLVは、各種の半導体製造技術によって基板上に複数の微小なリボンが

形成されてなる。そして、各々のリボンは、圧電素子などによって自在に上昇又は下降することが可能とされている。このように構成されたGLVは、各リボンが高さを動的に駆動され、所定の波長域の光を照射されることによって、全体として位相型の回折格子（グレーティング）を構成している。すなわち、GLVは、光が照射されることによって±1次（もしくはさらに高次）の回折光を発生する。

【0069】そこで、このようなGLVに対して光を照射し、0次の回折光を遮光しておくことにより、GLVの各リボンを上下に駆動することによって回折光を点滅させて、これにより画像を表示することが可能となる。

【0070】例えば、GLVの上述したような特性を利用して画像を表示する表示装置が各種提案されている。このような表示装置では、表示する平面画像の構成単位（以下、画素と称する。）を表示するに際して、6本程度のリボンで1画素を表示している。また、1画素に相当するリボンの組は、それぞれ隣接するリボン同士を交互に上昇又は下降させている。

【0071】しかしながら、GLVにおける各リボンを独立して配線し、各々独立して駆動することができれば、任意の一次元の位相分布を生成することができる。このように構成されたGLVは、反射型の一次元位相型空間変調器と考えることができる。

【0072】GLVを反射型の一次元位相型空間変調器として構成した場合は、例えば図4に示すように、GLV31の各リボン31をそれぞれ独立して駆動することにより、任意の位相分布を生成しておく。このGLV31に対して、位相が揃った所定の波長域の光を、図4中の矢印で示すように入射することによって、この入射光を変調して反射させ、図5に示すように、任意の一次元の波面を生成することができる。

【0073】このような原理を利用して構成されたGLV24は、図6に示すように、基板41上に、複数の微小なリボン42が形成されている。各リボン42は、駆動用の電気回路や配線などにより構成された駆動部43を備え、この駆動部43により、基板41の主面に対して上昇又は下降自在に駆動される。

【0074】また、GLV24において、各リボン42は、一次元的に配設されており、リボン列を構成している。リボン列は、入射される光の波長域毎に複数配設されている。具体的には、例えば図6に示す例において、GLV24は、赤色光、緑色光、及び青色光の3色の光が入射されるよう構成されており、これらの光が入射される位置に、それぞれ、赤色用リボン列44r、緑色用リボン列44g、青色用リボン列44bが互いに平行となる位置に並んで配設されている。なお、以下では、これらのリボン列44r、44g、44bを総称して、単にリボン列44と称する。ここで赤色用リボン列44r、緑色用リボン列44g、青色用リボン列44bは同

一平面上に並んで配置されるように理想化して説明したが、平行位置関係が保たれれば必ずしも同一平面上に配置する必要はなく、通常、別平面上に配置される。

【0075】そして、各リボン列44は、各リボン42が独立して駆動可能とされており、それぞれ、図4及び図5で説明したように、任意の位相分布を生成することが可能とされている。したがって、GLV24は、入射された赤色光、緑色光、及び青色光に対して、それぞれ赤色用リボン列44r、緑色用リボン列44g、及び青色用リボン列44bにより、各色毎に独立して任意の一次元の波面を生成することができる。

【0076】したがって、GLV24は、入射された3色の光をそれぞれ、赤色用リボン列44r、緑色用リボン列44g、及び青色用リボン列44bによって空間的に変調し、任意の一次元的な波面として反射する。すなわち、GLV24は、表示装置30において、空間変調器としての機能を果たしている。

【0077】以上のように構成されたGLV24は、各種の半導体製造技術を用いて微小に製造することができる。極めて高速に動作させることができる。したがって、例えば、画像表示装置における空間変調器として用いるに好適とすることができる。また、GLV24は、変換する波長域の光毎にリボン列44を備え、これらリボン列44が基板41上に一体的に備えられていることから、画像表示装置における空間変調器として用いた場合に、部品点数を削減することができるだけでなく、各波長域の光毎にリボン列を位置合わせすることを不要とすることができる。

【0078】また、回折格子型プロジェクター装置11では、GLV24によって変調されて反射された光が再びシリンドリカルレンズ23に入射されるとともに、このシリンドリカルレンズ23によって平行光とされる。そして、シリンドリカルレンズ23によって平行光とされた光の光路上に、第1の体積型ホログラム素子25aと、第2の体積型ホログラム素子25bとを備える。

【0079】これら第1及び第2の体積型ホログラム素子25a、25bは、例えば、第1の体積型ホログラム素子25aによって赤色光WRを回折させるとともに、第2の体積型ホログラム素子25bによって青色光WBを赤色光WRと同一の方向に回折させる。また、これら第1及び第2の体積型ホログラム素子25a、25bは、緑色光WGを回折せずに直進して透過させ、赤色光WRと同一の方向に出射させるようにする。このようにして、GLV24によって変調された3色の光を合波して一定の方向に出射する。すなわち、この回折格子型プロジェクター装置11においては、これら第1及び第2の体積型ホログラム素子25a、25bによって、合波機構が構成されているといえる。

【0080】そして、第1及び第2の体積型ホログラム素子25a、25bによって合波された光は、ガルバノ

ミラー 26 によって所定の方向に走査され、投影レンズ 27 を介してプロジェクター用スクリーン 1 に投影される。これにより、回折格子型プロジェクター装置 11 は、このプロジェクター用スクリーン 1 にカラー表示された画像を表示するよう構成されている。

【0081】 以上において説明したように、本発明を適用したプロジェクター用スクリーン 1 では、回折格子型プロジェクター装置 11 から出射された狭帯域三原色波長域光が、保護膜 5、光拡散層 4 を通過して光学薄膜 3 に入射し、当該光学薄膜 3 により反射される。そして、この反射光は再び光拡散層 4 に入射し、所定の比率で拡散され、拡散反射光として保護膜 5 を通過して出射される。また、拡散層 4 で拡散されなかった反射光は反射スペキュラー成分として保護膜 5 を通過して出射される。これにより、プロジェクター用スクリーン 1 からの反射光としては、反射スペキュラー成分と散乱反射光とが存在することになるため、観察者が反射スペキュラー成分の進行方向と平行な方向から目をそらした場合においても散乱反射光を見ることが可能となり、視認性の優れたものとされている。

$$n d = \lambda p (\alpha \pm 1 / 4)$$

これは、狭帯域三原色波長域光の多層膜の構造を当該波長域光においては、その主たる波長 λp に置き換えて同様の構成とできることを示唆するものであり、同様に透過光と反射光の十分な選択性を得ることができる。

【0084】

【実施例】 以下、具体的な実施例に基づいて本発明をより詳細に説明する。なお、本発明は、下記の実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

【0085】 [実施例 1] 実施例 1 では、本発明にかかる投影用スクリーンとして、狭帯域三原色波長帯域フィルタとしての機能を有する光学薄膜を備えた回折格子型プロジェクター用スクリーンを構成した。この回折格子型プロジェクター用スクリーンは、例えば上述した図 3 に示す回折格子型プロジェクターの投影用に用いることができる。

【0086】 回折格子型プロジェクター用スクリーン 51 は、スクリーン基板として厚み $500 \mu m$ の黒色 PET からなるスクリーン基板 52 を用意し、当該スクリーン基板 52 の一方の表面に誘電体多層膜からなる光学薄膜 53 を形成することにより作製した。

$$n d = \lambda (\alpha \pm 1 / 4) \quad (\alpha \text{ は自然数}) \quad \dots (13)$$

【0090】 以下に、実施例 1 で作製した光学薄膜 53 の形成条件を示す。

【0091】 光学薄膜形成条件

高屈折率層の屈折率 : $n_H = 2.4$
 低屈折率層の屈折率 : $n_L = 1.4$
 高屈折率層の膜厚 : $d_H = 611 \text{ nm}$
 低屈折率層の膜厚 : $d_L = 1047 \text{ nm}$

【0082】 また、反射スペキュラー成分及び散乱反射光は、光学薄膜 3 で反射された光であり、光学薄膜 3 では所定の波長域の光、すなわち狭帯域三原色波長光が選択的に反射されるため、反射スペキュラー成分及び散乱反射光もほぼ狭帯域三原色波長光となる。したがって、プロジェクター用スクリーン 1 に外光が入射した場合においても、狭帯域三原色波長光以外の光はほぼ反射光とならないため、外光に起因した画像のコントラストの低下や外光の映り込みを効果的に低減することができる。その結果、このプロジェクター用スクリーン 1 では、映写環境が明るい場合においても明瞭な画像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供することが可能である。

【0083】 また、本発明の投影用スクリーンは、投影にかかる光源を狭帯域三原色波長域光に限らず、ある程度の波長の広がりを持つ波長域の光とすることもでき、その場合には、該誘電体多層膜の各層の光学的厚み $n d$ が該波長域光の主たる波長 λp に対して下記の式

$$(12) \text{ の条件を満たすことが望ましい。}$$

$$20 \quad (\alpha \text{ は自然数}) \quad \dots (12)$$

【0087】 光学薄膜 53 は、誘電体多層膜として形成し、図 7 に示すように高屈折率物質からなる誘電体薄膜である高屈折率層 $H11 \sim H14$ と、低屈折率物質からなる誘電体薄膜である低屈折率層 $L11 \sim L13$ とを交互に 7 層重ねてスパッタリングにより形成した。本実施例においては、青色波長、緑色波長、赤色波長の三原色波長での残留透過率を小さくするという観点から高屈折率層の屈折率を比較的高めに設定し、具体的には硫化亜鉛 (ZnS) により形成することにより高屈折率層の屈折率を 2.4 とした。また、低屈折率層は、弗化マグネシウム ($MgF2$) により形成し、低屈折率層の屈折率は 1.4 とした。

【0088】 そして、誘電体多層膜の各層の屈折率を n 、各層の膜厚を d としたとき、各誘電体薄膜の光学的厚み $n d$ が狭帯域三原色光源からの各出力光の波長 λ に対して、対して下記の式 (13) の条件を満たすように誘電体多層膜を構成し、光学薄膜 52 とした。また、本実施例においては、各誘電体薄膜の光学的厚み $n d$ を近似的に $1.467 \mu m$ となるように設定した。

【0089】

高屈折率層の層数 : 4 層

低屈折率層の層数 : 3 層

真空 (空気) の屈折率 : $n_0 = 1$

スクリーン基板の屈折率 : $n_g = 1.49$

光学的厚み : $n d = 1.467 \mu m$

【0092】 以上のようにして作製したプロジェクター用スクリーンについて、波長域 $400 \text{ nm} \sim 700 \text{ nm}$

の範囲においてのS偏光とP偏光についての分光透過率特性を測定した。スクリーンに対する光の入射角は 15° とした。その結果を図8に示す。

【0093】図8から判るように、青色波長(450nm近傍)、緑色波長(540nm近傍)、赤色波長(650nm近傍)の光の透過率が非常に低くなっており、これ以外の波長の光は高い透過特性を示している。これは、青色波長、緑色波長、赤色波長の光が光学薄膜52により効果的に反射されていることを表しており、本実施例のプロジェクター用スクリーン51が青色波長、緑色波長、赤色波長の光を選択的に反射し、それ以外の波長の光を選択的に透過させていることが判る。そして、このプロジェクター用スクリーン51では、黒色PETからなるスクリーン基板52を用いており、当該スクリーン基板52が光吸収層として機能するため、光学薄膜53を透過した光はスクリーン基板52により吸収され、反射することがない。

【0094】すなわち、プロジェクター用スクリーン50では、青色波長、緑色波長、赤色波長の光のみが反射光として得られ、通常のスクリーンに比べて大幅に外光の反射を抑えることができるため、プロジェクター用スクリーン51上に形成される画像のコントラストの低下や外光の映り込みを効果的に低減することができる。したがって、本実施例によれば、コントラストが高く、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を得ることができるプロジェクター用スクリーンが実現可能であるといえる。

【0095】また、通常、スクリーンに薄膜を形成すると視野角が狭くなるが、上記の結果により、入射角が 0° 、すなわちスクリーンに対して垂直でなくても良好な結果が得られており、プロジェクター用スクリーンに対する入射光の自由度の大きい、実用性に優れたプロジェクター用スクリーンが実現可能であることが判る。

【0096】また、上記の条件において、光学薄膜53を構成する各誘電体薄膜の膜厚を変化させることにより各誘電体薄膜の光学的厚み nd を変化させて平均透過率(%)を測定し、光学的厚み nd の最適範囲を検討した。その結果を図9に示す。

【0097】図9の結果より、各誘電体薄膜の光学的厚み nd が $1.462\mu\text{m}\sim 1.467\mu\text{m}$ の範囲において良好な平均透過率が得られており、これより、各誘電体薄膜の光学的厚み nd の最適範囲が $1.462\mu\text{m}\sim 1.467\mu\text{m}$ であることが判る。

【0098】[実施例2] 実施例2では、高屈折率層を酸化チタニウム(TiO_2)により形成することにより高屈折率層の屈折率を2.7とし、高屈折率層の膜厚を543nmとしたこと以外は、実施例1と同様にしてプロジェクター用スクリーンを作製した。以下に、実施例2で作製した光学薄膜の形成条件を示す。

【0099】光学薄膜形成条件

高屈折率層の屈折率 : $n_H = 2.7$
 低屈折率層の屈折率 : $n_L = 1.4$
 高屈折率層の膜厚 : $d_H = 543\text{nm}$
 低屈折率層の膜厚 : $d_L = 1047\text{nm}$
 高屈折率層の層数 : 4層
 低屈折率層の層数 : 3層
 真空(空気)の屈折率 : $n_0 = 1$
 スクリーン基板の屈折率 : $n_g = 1.49$
 光学的厚み : $nd = 1.467\mu\text{m}$

【0100】以上のようにして作製したプロジェクター用スクリーンについて、実施例1と同様にして波長域400nm~700nmの範囲においてのS偏光とP偏光についての分光透過率特性を測定した。スクリーンに対する光の入射角は 15° とした。その結果を図10に示す。

【0101】図10から判るように、青色波長、緑色波長、赤色波長の光の透過率が実施例1の場合よりもさらに低くなっている、すなわち、青色波長、緑色波長、赤色波長の光の残留透過率がさらに低下していることが判る。これは、青色波長、緑色波長、赤色波長の光がさらに効果的に反射されていることを表している。一方、黄色波長を中心とする高透過率帯の透過率が実施例1と比較して若干低下していることが判る。これは、黄色波長を中心とする高透過率帯の透過率が実施例1と比較して若干低下していることを表している。

【0102】これらのことより、実施例1と同様の7層構造において高屈折率層の屈折率を調整することにより光学薄膜の特性を変化させることが可能であり、例えば高屈折率層の屈折率を2.7程度の高い値に設定することにより、青色波長、緑色波長、赤色波長の光の反射率をより良好な状態にすることができ、より明るい画像を得ることができるといえる。

【0103】したがって、実施例1の結果も考慮すると、高屈折率層の屈折率を2.4以上とすることにより、青色波長、緑色波長、赤色波長の光を選択的に反射し、それ以外の波長の光を選択的に透過させ、コントラストが高く、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を得ることができるプロジェクター用スクリーンが実現可能であるといえる。そして、使用目的に合わせて高屈折率層の屈折率を例えば2.7程度に高く設定することが可能である。

【0104】また、本実施例も実施例1と同様に光の入射角を 15° としており、本実施例の構成においてもプロジェクター用スクリーンに対する入射光の自由度の大きい、実用性に優れたプロジェクター用スクリーンが実現可能であることが判る。

【0105】[実施例3] 実施例1及び実施例2では、青色波長、緑色波長、赤色波長の光の残留透過率を低くする観点から、すなわち、青色波長、緑色波長、赤色波長の光の反射率を高める観点から高屈折率層の屈折率を

高めに設定したが、一方で、他の波長域での平均透過率が若干低下する。そこで、残留透過率と可視光帯の平均透過率との比が最大になる屈折率について考えると、実施例1及び実施例2と同様の7層構成において残留透過率と可視光帯の平均透過率との比が最大になる屈折率の解は、図11に示すように高屈折率層の屈折率が2.1~2.2の付近に存在する。図11において縦軸は残留透過率と可視光帯の平均透過率との比を示す。

【0106】そこで、実施例3では、高屈折率層を酸化セリウム(CeO_2)により形成することにより高屈折率層の屈折率を2.1とし、高屈折率層の膜厚を698nmとしたこと以外は、実施例1と同様にしてプロジェクター用スクリーンを作製した。以下に、実施例3で作製した光学薄膜の形成条件を示す。

【0107】光学薄膜形成条件

高屈折率層の屈折率 : $n_H = 2.1$
 低屈折率層の屈折率 : $n_L = 1.4$
 高屈折率層の膜厚 : $d_H = 698 \text{ nm}$
 低屈折率層の膜厚 : $d_L = 1047 \text{ nm}$
 高屈折率層の層数 : 4層
 低屈折率層の層数 : 3層
 真空(空気)の屈折率 : $n_0 = 1$
 スクリーン基板の屈折率 : $n_g = 1.49$
 光学的厚み : $n_d = 1.467 \mu\text{m}$

【0108】以上のようにして作製したプロジェクター用スクリーンについて、実施例1と同様にして波長域400nm~700nmの範囲においてのS偏光とP偏光についての分光透過率特性を測定した。スクリーンに対する光の入射角は 15° とした。その結果を図12に示す。

【0109】図12から、青色波長、緑色波長、赤色波長の光の透過率が実施例1よりは若干高くなっているものの十分低い値を示していることが判る。すなわち、青色波長、緑色波長、赤色波長の光に対して良好な反射特性を示していることが判る。また、これ以外の波長域においては、実施例1及び実施例2と比較しても良好な透過特性を示している。これらのことより、本実施例のプロジェクター用スクリーンが青色波長、緑色波長、赤色波長の光を選択的に反射し、それ以外の波長の光を効果的に透過させていることが判る。

【0110】また、本実施例においては、図12に示すように遮断帯、すなわち青色波長、緑色波長、赤色波長の光に対する反射帯の幅が相対的に狭くなっている。これはより狭い波長域の光だけを反射することを示しており、コントラストをより向上させることができるため好ましい。

【0111】したがって、本実施例によれば、コントラストが高く、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を得ることができるプロジェクター用スクリーンが実現可能であるといえる。

【0112】また、本実施例も実施例1と同様に光の入射角を 15° としており、本実施例の構成においてもプロジェクター用スクリーンに対する入射光の自由度の大きい、実用性に優れたプロジェクター用スクリーンが実現可能であることが判る。

【0113】上記において説明したように、実施例1乃至実施例3に示した光学薄膜を用いることにより、三原色波長域において高い反射率を有し、これ以外の波長域では高い透過率を有するプロジェクター用スクリーンを実現可能である。

【0114】[実施例4] 実施例4では、金属微粒子として球状銀粒子を用いて分光散乱特性を有する光拡散層及びこれを備えたプロジェクター用スクリーンについて検討した。まず、銀の複素屈折率の実部 n 、すなわち屈折率と虚部 k 、すなわち消衰係数の値は図13に示すとおりである。図13において縦軸は実部 n と虚部 k の値を示し、横軸は波長を示す。

【0115】ここで、半径25nmの球状銀粒子を屈折率が1.49である媒質中に分散させたときの、散乱断面積を投影面積で除した散乱効率は図14のようになる。散乱効率は、1個の球状銀粒子に対して複素屈折率を用いてミー散乱の計算より求めた。

【0116】図14において、縦軸は散乱効率、すなわち投影面積の何倍散乱させることができるかを示す。図14より、散乱効率は波長457nmにおいて最大となり、投影面積の略7倍程度の光を散乱可能であることが判る。

【0117】次に、この球状銀粒子を数密度 3×10^{10} 個/ cm^3 となるように同様の媒質中に分散させて拡散膜を形成した。拡散膜の膜厚は、略775 μm とした。そして、このように形成した拡散膜を多重散乱させたときの散乱係数を調べた。その結果を図15に示す。図15において縦軸は散乱係数を示す。図15よりピーク散乱係数は、波長450nm付近、すなわち青色波長域における0.4となる。これは、40%の光が散乱することを表している。これより、半径25nmの球状銀粒子を屈折率1.49である媒質中に分散させることにより、青色波長域の光を選択的に散乱させることが可能な波長選択性を備えた光拡散層を実現可能であるといえる。ここで、ピーク散乱係数に影響を及ぼす要因は、球状銀粒子の数密度や拡散膜の膜厚よりも単位面積あたりの球状銀粒子の重量であり、この場合は、1.5mg/ ft^2 、すなわち0.135mg/ m^2 である。

【0118】次に、この拡散膜を実施例1におけるプロジェクター用スクリーン51の光学薄膜53上に配置したときを検討すると、図16のようになり、青色波長域の光の散乱率が他の波長域に比べて向上していることが判る。これより、上述した光拡散層を実施例1におけるプロジェクター用スクリーン51の光学薄膜53上に設けることで、青色波長域における散乱特性が良好で視認

性に優れたプロジェクター用スクリーンを実現可能であるといえる。なお、図16において縦軸は散乱率及び反射率と散乱率との合計を示している。

【0119】【実施例5】実施例5では、金属微粒子として球状銅粒子を用いて分光散乱特性を有する光拡散層及びこれを備えたプロジェクター用スクリーンについて検討した。まず、銅の複素屈折率の実部 n 、すなわち屈折率と虚部 k 、すなわち消衰係数の値は図17に示すとおりである。図17において縦軸は実部 n と虚部 k の値を示し、横軸は波長を示す。

【0120】ここで、半径49nmの球状銀粒子を屈折率が1.6である媒質中に分散させたとき、散乱断面積を投影面積で除した散乱効率率は図18のようになる。散乱効率は、1個の球状銀粒子に対して複素屈折率を用いてミー散乱の計算より求めた。図18において、縦軸は散乱効率、すなわち投影面積の何倍散乱させることができるかを示す。図18より、散乱効率は波長632nmにおいて最大となり、投影面積の略6倍程度の光を散乱可能であることが判る。

【0121】次に、この球状銅粒子を数密度 0.8×10^{10} 個/cm³となるように同様の媒質中に分散させて拡散膜を形成した。拡散膜の膜厚は略550 μ mとした。そして、このように形成した拡散膜を多重散乱させたときの散乱係数は調べた。その結果を図19に示す。図19において縦軸は散乱係数を示す。図19よりピーク散乱係数は、波長640nm付近、すなわち赤色波長域における0.3となる。これは、30%の光が散乱することを表している。これより、半径49nmの球状銅粒子を屈折率1.6である媒質中に分散させることにより、赤色波長域の光を選択的に散乱させることが可能な波長選択性を備えた光拡散層を実現可能であるといえる。

【0122】次に、この拡散膜を実施例1におけるプロジェクター用スクリーン51の光学薄膜53上に配置したときを検討すると、図20のようになり、赤色波長域の光の散乱率が他の波長域に比べて向上していることが判る。これより、上述した光拡散層を実施例1におけるプロジェクター用スクリーン51の光学薄膜53上に設けることで、赤色波長域における散乱特性が良好で視認性に優れたプロジェクター用スクリーンを実現可能であるといえる。なお、図20において縦軸は散乱率及び反射率と散乱率との合計を示している。

【0123】また、実施例4の球状銀粒子を用いた光拡散層と実施例5の球状銅粒子を用いた光拡散層とを重ねあわせて実施例1のプロジェクター用スクリーン51に用いた場合の特性は図21に示すようになる。図21より、波長457nm近傍の青色波長域及び波長642nm近傍の赤色波長域においては、散乱率が向上しており良好な視認性を得られることが判る。

【0124】一方、波長532nm近傍の緑色波長域に

おいては、青色波長域及び赤色波長域に比べて散乱率が低くなっており、視認性が若干劣ることが判る。このような場合には、実施例6及び実施例7で説明するような補助的手段を用いることにより緑色波長域の散乱率を補い、視認性のバランスの良いプロジェクター用スクリーン51を構成することができる。

【0125】【実施例6】実施例6では、金属微粒子として球状金粒子を用いて分光散乱特性を有する光拡散層及びこれを備えたプロジェクター用スクリーンについて検討した。まず、金の複素屈折率の実部 n 、すなわち屈折率と虚部 k 、すなわち消衰係数の値は図22に示すとおりである。図22において縦軸は実部 n と虚部 k の値を示し、横軸は波長を示す。

【0126】ここで、半径20nmの球状金粒子を屈折率が1.49である媒質中に分散させたときの、散乱断面積を投影面積で除した散乱効率は図23のようになる。散乱効率は、1個の球状金粒子に対して複素屈折率を用いてミー散乱の計算より求めた。図23において、縦軸は散乱効率、すなわち投影面積の何倍散乱させることができるかを示す。図23より、散乱効率は波長550nmにおいて最大となることが判る。

【0127】次に、この球状銅粒子を数密度 5×10^{11} 個/cm³となるように同様の媒質中に分散させて拡散膜を形成した。拡散層の膜厚は略444 μ mとした。そして、このように形成した拡散膜を多重散乱させたときの散乱係数を調べた。その結果を図24に示す。図24において縦軸は散乱係数を示す。図24よりピーク散乱係数は、波長550nm付近、すなわち緑色波長域における0.3となる。これは、30%の光が散乱することを表している。これより、半径20nmの球状銅粒子を屈折率1.49である媒質中に分散させることにより、緑色波長域の光を選択的に散乱させることが可能な波長選択性を備えた光拡散層を実現可能であるといえる。

【0128】次に、この拡散膜を実施例1におけるプロジェクター用スクリーン51の光学薄膜53上に配置したときを検討すると、図25のようになり、赤色波長域の光の散乱率が他の波長域に比べて向上していることが判る。これより、上述した光拡散層を実施例1におけるプロジェクター用スクリーン51の光学薄膜53上に設けることで、緑色波長域における散乱特性を向上させることができるといえるが、金属微粒子として球状金粒子を用いた光拡散層は550nm付近での吸収断面積が大きいと著しい散乱特性の向上は得られず、補助的な微調整としての使用に適している。なお、図25において縦軸は散乱率及び反射率と散乱率との合計を示している。

【0129】【実施例7】実施例7では、金属微粒子として球状銀粒子を用いて分光散乱特性を有する光拡散層及びこれを備えたプロジェクター用スクリーンについて

検討した。まず、銀の複素屈折率の実部 n 、すなわち屈折率と虚部 k 、すなわち消衰係数の値は実施例4で述べたとおりである。

【0130】実施例7では、実施例4とは異なり半径40nmの球状銀粒子を屈折率が1.6である媒質中に分散させて光拡散層を構成する。このとき、散乱断面積を投影面積で除した散乱効率 η は図26のようになる。散乱効率は、1個の球状銀粒子に対して複素屈折率を用いてミー散乱の計算より求めた。図26において、縦軸は散乱効率、すなわち投影面積の何倍散乱させることができるかを示す。図26より、散乱効率は波長527nmにおいて最大となることが判る。

【0131】次に、この球状銀粒子を数密度 3×10^{10} 個/cm³となるように同様の媒質中に分散させて拡散膜を形成した。拡散膜の膜厚は略87 μ mとした。そして、このように形成した拡散膜を多重散乱させたときの散乱係数を調べた。その結果を図27に示す。図27において縦軸は散乱係数を示す。図27に示すように散乱係数は緩やかなピークを有し、ピーク散乱係数は波長530nm付近、すなわち緑色波長域における0.2となる。これは、20%の光が散乱することを表している。これより、半径40nmの球状銅粒子を屈折率1.6である媒質中に分散させることにより、緑色波長域の光を選択的に散乱させることが可能な波長選択性を備えた光拡散層を実現可能であるといえる。

【0132】次に、この拡散膜を実施例1におけるプロジェクター用スクリーン51の光学薄膜53上に配置したときを検討すると、図28のようになり、赤色波長域の光の散乱率が他の波長域に比べて向上していることが判る。これより、上述した光拡散層を実施例1におけるプロジェクター用スクリーン51の光学薄膜53上に設けることで、緑色波長域における散乱特性を向上させることができるといえるが、この場合には実施例4の場合のように著しい散乱特性の向上は得られず、補助的な微調整としての使用に適している。なお、図28において縦軸は散乱率及び反射率と散乱率との合計を示している。

【0133】〔実施例8〕実施例8では、実施例7よりもさらにブロードな多重散乱特性を有する場合について検討した。すなわち、実施例8では、金属微粒子として球状ニッケル粒子を用いて分光散乱特性を有する光拡散層及びこれを備えたプロジェクター用スクリーンを構成した。まず、ニッケルの複素屈折率の実部 n 、すなわち屈折率と虚部 k 、すなわち消衰係数の値を図29に示す。図29において縦軸は実部 n と虚部 k の値を示し、横軸は波長を示す。

【0134】ここで、半径49nmの球状ニッケル粒子を屈折率が1.6である媒質中に分散させたときの、散乱断面積を投影面積で除した散乱効率は図30のようになる。散乱効率は、1個の球状ニッケル粒子に対して複

素屈折率を用いてミー散乱の計算より求めた。図30において、縦軸は散乱効率、すなわち投影面積の何倍散乱させることができるかを示す。図30に示すように、散乱効率は大きなカーブを描く緩やかなピークを有し、波長542nmにおいて最大となる。

【0135】次に、この球状銀粒子を数密度 8×10^9 個/cm³となるように同様の媒質中に分散させて拡散膜を形成した。拡散膜の膜厚は略468 μ mとした。そして、このように形成した拡散膜を多重散乱させたときの散乱係数を調べた。その結果を図31に示す。図31において縦軸は散乱係数を示す。図30に示すように多重散乱させた場合の散乱係数は1個の粒子の場合と異なり、図31に示すようにブロードな特性を示し、ピーク散乱係数は0.1となる。これは、10%の光が散乱することを表しており、また、青色波長域から赤色波長域までの広い波長域において略同等に散乱特性を向上させることを表している。これより、半径49nmの球状ニッケル粒子を屈折率1.6である媒質中に分散させることにより、青色波長域から赤色波長域までの広い波長域の光を略同等に散乱させることが可能な散乱特性を備えた光拡散層を実現可能であるといえる。

【0136】次に、この拡散膜を実施例1におけるプロジェクター用スクリーン51の光学薄膜53上に配置したときを検討すると、図32のようになり、青色波長域、緑色波長域及び赤色波長域の光の散乱率が他の波長域に比べて若干向上していることが判る。これより、上述した光拡散層を実施例1におけるプロジェクター用スクリーン51の光学薄膜53上に設けることで、緑色波長域における散乱特性を向上させることができるといえるが、この場合には著しい散乱特性の向上は得られず、補助的な微調整としての使用に適している。なお、図32において縦軸は散乱率及び反射率と散乱率との合計を示している。

【0137】なお、上述の実施形態においては、主に狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する例について説明したが、本発明の投影用スクリーンは狭帯域の三原色波長域光に限らず、レーザーなどと比較して発光波長に広がりのある例えば発光ダイオードの如き発光素子を光源に使用することも可能である。また、帯域に広がりがあるような光源をフィルター、非線形光学素子又は非線形光学薄膜などを組み合わせることで、その波長を三原色のように可視領域内で分けたものであっても良い。すなわち、本発明は波長の広がりがあるものの、それが程度狭い光源を有するLEDプロジェクターや、一般的な三原色波長域光を用いる他の方式のプロジェクターにも使用できる。また、単色光源にも有効に用いることができる。

【0138】

【発明の効果】本発明にかかる投影用スクリーンは、狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する投影用ス

クリーンであって、上記狭帯域三原色波長域光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を支持体上に備えてなるものである。

【0139】以上のように構成された本発明に係る投影用スクリーンは、上記のような光学薄膜を備えるため、狭帯域三原色波長域光は反射され、これ以外の波長域の光はおおよそ光学薄膜を透過する。

【0140】したがって、この投影用スクリーンにおいては、通常のスクリーンに比べて大幅に外光の反射を抑えることができ、その結果、投影用スクリーン上に形成される画像のコントラストの低下や外光の映り込みを効果的に低減することができるとともに明るい画像を得ることができる。したがって、本発明にかかる投影用スクリーンによれば、映写環境が明るい場合においても明瞭な画像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供することが可能となる。

【0141】また、所要の波長域を有する光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域の光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を支持体上に備える構成であっても良く、同様に所要の波長域を有する光はその主たる波長域で反射され、これ以外の波長域の光はおおよそ光学薄膜を透過する。従って、所要の波長域を有する光に対しても明瞭な画像が得られ、本発明によれば、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる投影用スクリーンの一構成例を示す断面図である。

【図2】散乱係数と、反射光強度及び散乱光強度との関係を示す特性図である。

【図3】回折格子型プロジェクター装置の構成を説明する概略構成図である。

【図4】GLVに光が入射する状態を示す概念図である。

【図5】GLVでの反射光の状態を示す概念図である。

【図6】GLVの一構成例を示す平面図である。

【図7】実施例1に係るプロジェクター用スクリーンの構成を示す断面図である。

【図8】実施例1に係るプロジェクター用スクリーンの透過率特性を示す特性図である。

【図9】光学的厚み nd と平均透過率との関係を示す特性図である。

【図10】実施例2に係るプロジェクター用スクリーンの透過率特性を示す特性図である。

【図11】残留透過率と可視光帯の平均透過率の比と、屈折率との関係を示す特性図である。

【図12】実施例3に係るプロジェクター用スクリーンの透過率特性を示す特性図である。

【図13】銀の複素屈折率を示す特性図である。

【図14】一個の球状銀粒子の散乱効率を示す特性図である。

【図15】球状銀粒子を多重散乱させたときの波長と散乱係数との関係を示す特性図である。

【図16】実施例4に係るプロジェクター用スクリーンの散乱率及び反射率と散乱率の合計と、波長との関係を示す特性図である。

【図17】銅の複素屈折率を示す特性図である。

【図18】一個の球状銅粒子の散乱効率を示す特性図である。

【図19】球状銅粒子を多重散乱させたときの波長と散乱係数との関係を示す特性図である。

【図20】実施例5に係るプロジェクター用スクリーンの散乱率、及び反射率と散乱率の合計と、波長との関係を示す特性図である。

【図21】実施例4に係る光学薄膜と実施例5に係る光学薄膜とを重ねて構成したプロジェクター用スクリーンの散乱率、及び反射率と散乱率の合計と、波長との関係を示す特性図である。

【図22】金の複素屈折率を示す特性図である。

【図23】一個の球状金粒子の散乱効率を示す特性図である。

【図24】球状金粒子を多重散乱させたときの波長と散乱係数との関係を示す特性図である。

【図25】実施例6に係るプロジェクター用スクリーンの散乱率、及び反射率と散乱率の合計と、波長との関係を示す特性図である。

【図26】一個の球状銀粒子の散乱効率を示す特性図である。

【図27】球状銀粒子を多重散乱させたときの波長と散乱係数との関係を示す特性図である。

【図28】実施例7に係るプロジェクター用スクリーンの散乱率、及び反射率と散乱率の合計と、波長との関係を示す特性図である。

【図29】ニッケルの複素屈折率を示す特性図である。

【図30】一個の球状ニッケル粒子の散乱効率を示す特性図である。

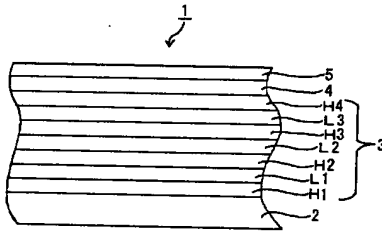
【図31】球状ニッケル粒子を多重散乱させたときの波長と散乱係数との関係を示す特性図である。

【図32】実施例8に係るプロジェクター用スクリーンの散乱率、及び反射率と散乱率の合計と、波長との関係を示す特性図である。

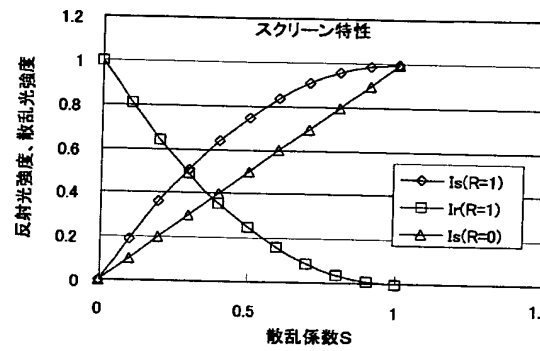
【符号の説明】

- 1 プロジェクター用スクリーン
- 2 スクリーン基板
- 3 光学薄膜
- 4 光拡散層
- 5 保護膜

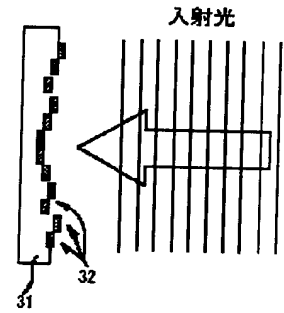
【図1】



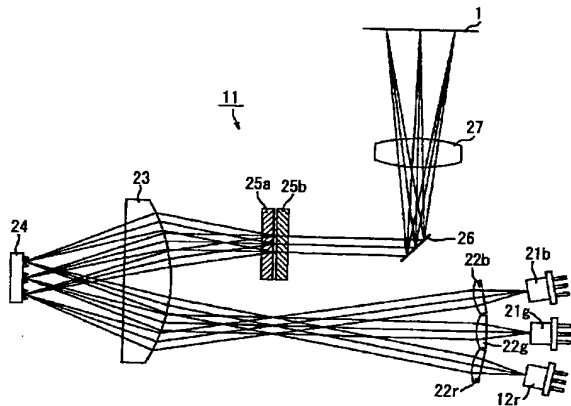
【図2】



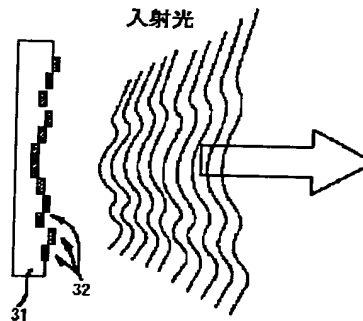
【図4】



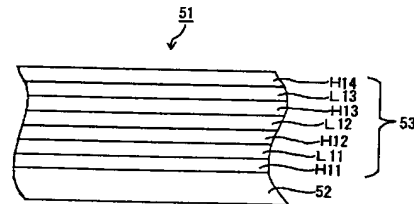
【図3】



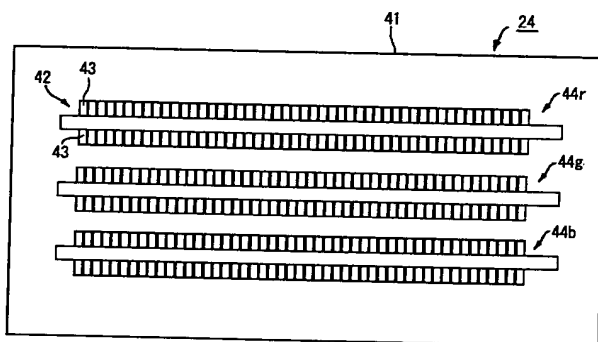
【図5】



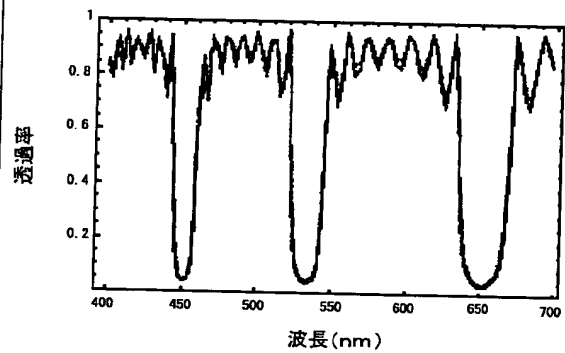
【図7】



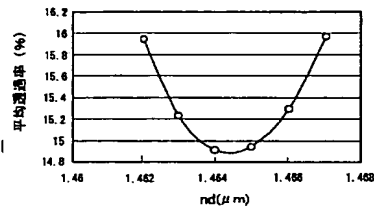
【図6】



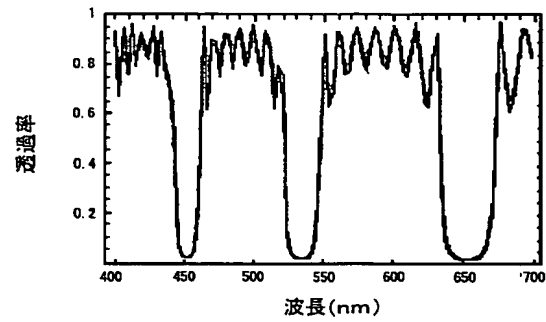
【図8】



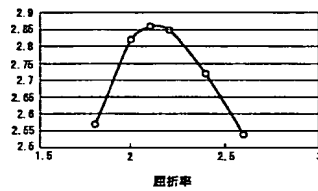
【図9】



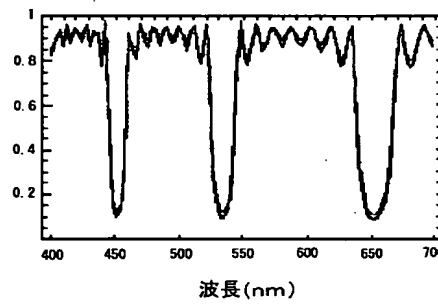
【図10】



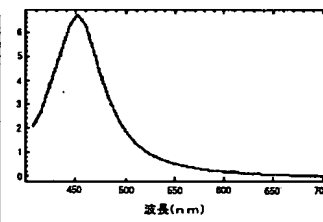
【図11】



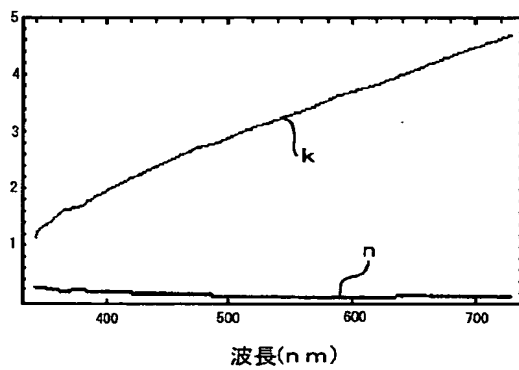
【図12】



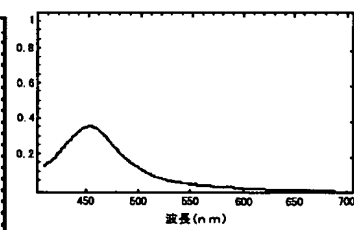
【図14】



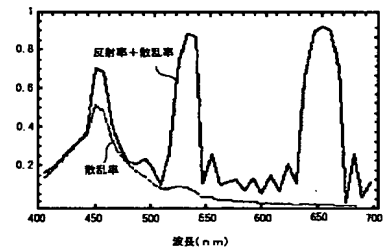
【図13】



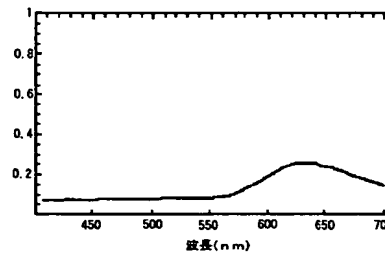
【図15】



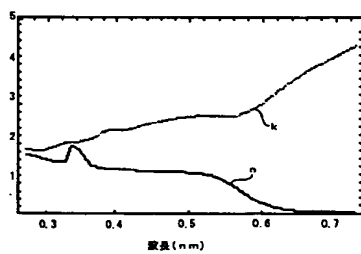
【図16】



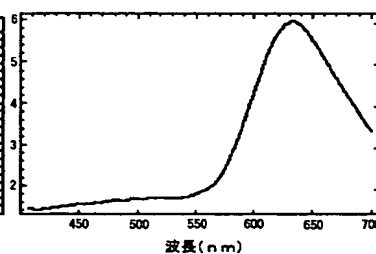
【図19】



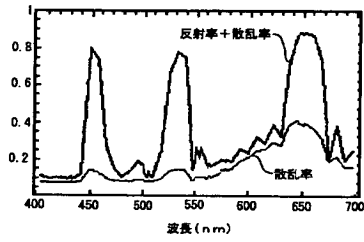
【図17】



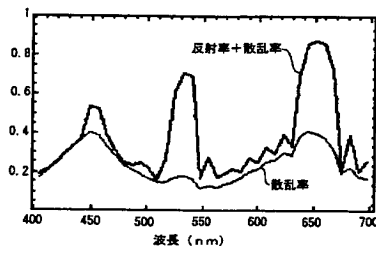
【図18】



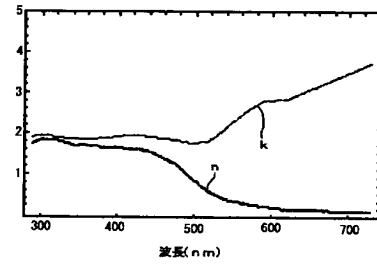
【図20】



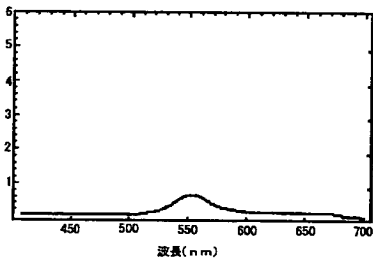
【図21】



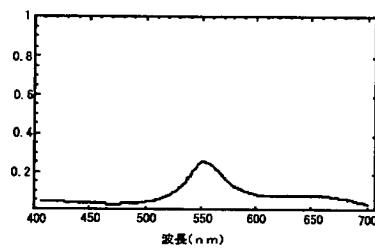
【図22】



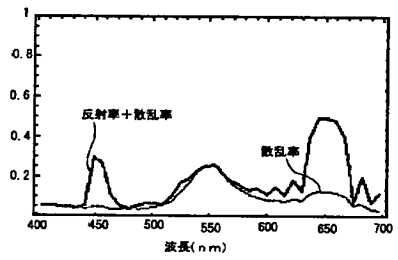
【図23】



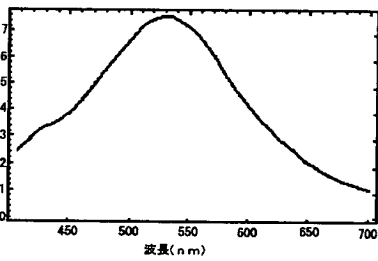
【図24】



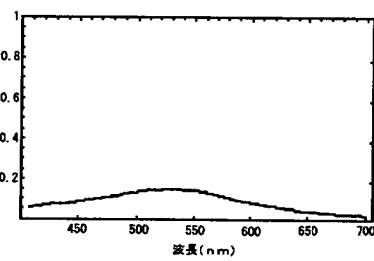
【図25】



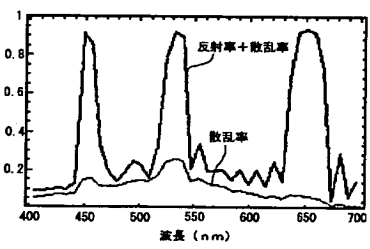
【図26】



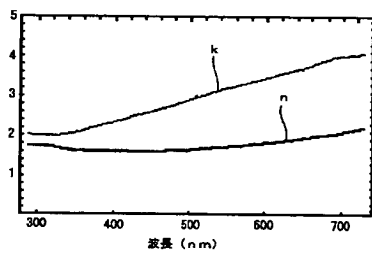
【図27】



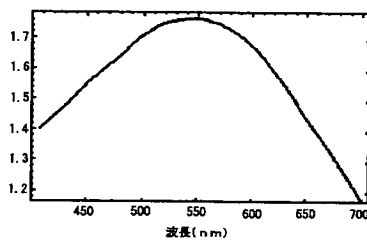
【図28】



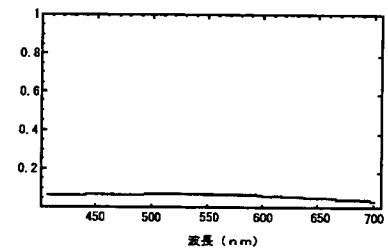
【図29】



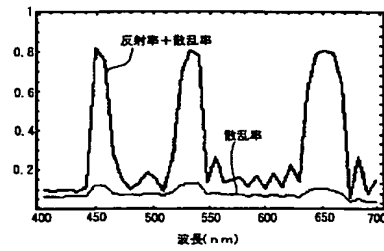
【図30】



【図31】



【図32】



フロントページの続き

(72)発明者 柿沼 正康
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 下田 和人
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

Fターム(参考) 2H021 BA08
2H042 AA02 AA06 AA09 AA15 AA28
BA02 BA12 BA19 DB02 DC02
DE04 DE07
2H048 FA05 FA09 FA15 FA22 FA24
GA04 GA13 GA23 GA24 GA34
GA61

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)